

## UNJUK KERJA API DARI BIOETANOL UMBI WALUR (*AMORPHOPALLUS VARIABILIS*)

**Romadhan Fitrianto Eko Prasetyo**

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : romadhanp@mhs.unesa.ac.id

**Muhaji**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: muhaji61@unesa.ac.id

### Abstrak

Seiring kebutuhan minyak bumi yang semakin meningkat, Sedangkan cadangan minyak bumi semakin menurun. Maka dari itu, perlu adanya bahan bakar pengganti yang dapat diperbarui sebagai pengganti bahan bakar minyak. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui unjuk kerja api dari bioetanol dan campurannya meliputi tinggi api, lama pembakaran, nilai kalor, warna api dan temperatur api. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen kualitatif dan kuantitatif, untuk mengetahui unjuk kerja api terbaik. Perbandingan bioetanol dicampur dengan premium yaitu E0, E5, E10, E15, E20, E25, E100. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompor etanol, gelas ukur, *highspeed camera* dan *bomb calorimeter* sedangkan untuk instrumen penelitian adalah *termocouple*, *data logger* dan *stopwatch*. Hasil pengujian karakteristik api hasil terbaik diperoleh pada campuran E15 dengan karakteristik api yang dihasilkan dalam pengujian yaitu, nilai kalor 9858 cal/gr, densitas 0,7355 gl/mr, viskositas 0,3998 cst dan kadar air 0,1727 %. Untuk unjuk kerja api yang dihasilkan dalam pengujian yaitu, lama pembakaran 05.31 menit, rata-rata temperatur yang dihasilkan 526,5 °C dan tinggi api mencapai 28 cm, sedangkan untuk warna api yang dihasilkan berwarna biru dan stabil

**Kata Kunci** : bioetanol, buah tomat, nyala api.

### Abstract

As the demand for petroleum is increasing, while oil reserves are decreasing. Therefore, it is necessary to have renewable fuel that can be renewed as a substitute for fuel oil. The purpose of this study was to determine the performance of fire from bioethanol and its mixtures including fire height, combustion time, heating value, fire color and flame temperature. The type of research used is qualitative and quantitative experimental research, to determine the best fire performance parameters. Comparison of bioethanol mixed with premiums is E0, E5, E10, E15, E20, E-25, E100. The tools used in this study are ethanol stove, measuring cup, highspeed camera and bomb calorimeter while for research instruments are thermocouple, data logger and stopwatch. The best results of the fire characteristic test results obtained in the E15 mixture with the characteristics of the fire produced in the test, namely, the heating value of 9858 cal / gr, density of 0.7355 gl / mr, viscosity of 0.3998 cst and water content of 0.1727%. For the performance of the fire produced in the test, the combustion time is 05.31 minutes, the average temperature produced is 526.5 oC and the flame height reaches 28 cm, while for the resulting fire color it is blue and stable.

**Keywords**: bioethanol, biopremium, walur tuber, fire performance

### PENDAHULUAN

Pada sektor transportasi penggunaan bahan bakar minyak cenderung tumbuh 8,6% per ini adalah angka tertinggi dibanding pertumbuhan sektor lainnya, pertumbuhan konsumsi bahan bakar sektor rumah tangga 3,7%, pembangkit listrik 4,6%. Cadangan bahan bakar minyak dari fosil yang tidak dapat diperbarui semakin tahun akan semakin menipis, yaitu hanya sebesar 3,7 miliar barel (2006) dengan produksi per tahun hanya 0,36 barel atau bisa dikatakan hanya cukup untuk sekitar 11 tahun kedepan (Dirjen Migas, 2016).

Pada tahun 1950 bioetanol mulai dikembangkan dan merupakan sumber bahan bakar alternatif yang dapat diperbarui serta ramah lingkungan (Thomas, 2005). Berdasarkan peraturan Kementrian dan Sumber Daya Mineral No 32 tahun 2008, pada tahun 2008 sampai 2010 etanol harus mensubsidi premium sebanyak 3% dan akan meningkat menjadi 5% di tahun 2015, 10% pada tahun 2020 dan 15% pada tahun 2025 (Sutarto, 2009). Industri bioetanol terdiri dari tiga skala industri yaitu skala besar, skala menengah dan kecil. Produsen skala besar adalah produsen yang memproduksi etanol lebih dari 60 kilo liter

perhari, sedangkan produsen skala kecil adalah produsen dengan skala etanol kurang dari 1 kilo liter/hari (Rama, 2007).

Di Laboratorium Bahan Bakar Alternatif Teknik Mesin Unesa banyak membuat bioetanol dari berbagai macam bahan baku dalam skala kecil, terdapat banyak bioetanol dari bahan baku yang berbeda. Salah satunya yang telah dibuat adalah bioetanol dari umbi walur dengan kadar 95%. Pembuatan bioetanol dari umbi walur dengan proses distilasi sederhana.

Pada penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui tentang bagaimana unjuk kerja api dari bioetanol dari bioetanol umbi walur tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen kuantitatif dan kualitatif variasi campuran dengan bahan bakar premium. Beberapa data yang akan diambil dalam penelitian ini adalah temperatur nyala api, tinggi nyala api, lama pembakaran nyala api, warna api, nilai kalor, serta karakteristik dari bioetanol itu sendiri.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Darmoko (2016) dengan judul Pemanfaatan Umbi Walur (*Armophallus Variabilis*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol, Berdasarkan hasil penelitian tersebut diperoleh perbandingan umbi yang terbaik adalah 250 gram umbi walur, 500 ml air dan 7 gram ragi dengan lama waktu fermentasi 4 hari menghasilkan kadar bioetanol 24%. Selanjutnya dilakukan proses produksi skala besar dengan perbandingan 1:8, sehingga menjadi 2000 gram umbi walur, 4000 ml air dan 56 gram ragi dengan lama waktu fermentasi 4 hari.

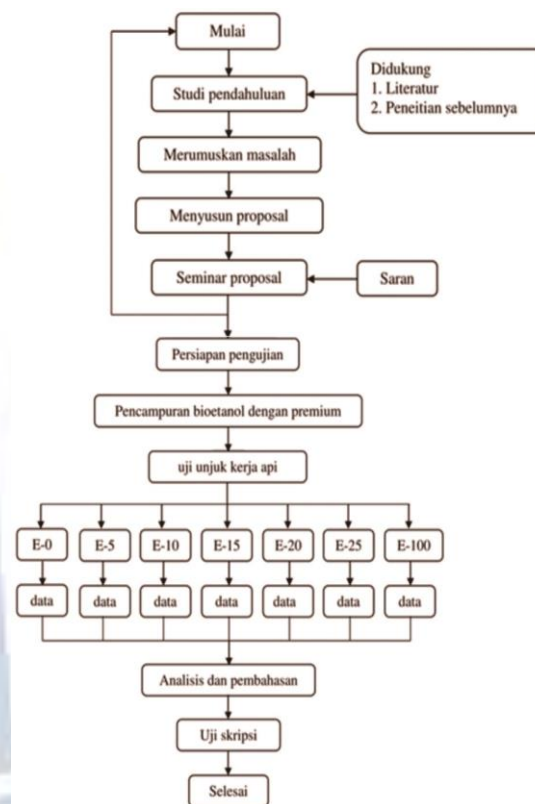
Dalam Penelitian yang dilakukan Putra (2015) Studi Eksperimental Perbandingan Unjuk Kerja Kompor Bioetanol Gel Dengan Membuat Variasi Tempat Pembakaran (*Burner*) dan Diameter Lubang Udara. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh data Variasi tempat pembakaran (*burner*) yang paling efektif dan efisien untuk diterapkan sebagai kompor bioetanol gel masa depan adalah variasi tempat pembakaran (*burner*) pertama (V1), karena paling hemat bahan bakar, efesiensi termal yang tinggi yaitu 0,67847 (67%), waktu pendidihanya cepat, apinya dominan biru dan stabil.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Soetadi dan Kawano (2012) yang berjudul “Studi Eksperimen Distribusi Temperatur Nyala Api Kompor Bioetanol” untuk kompor *firewall* 2,5 inci sebesar 916928,57mm<sup>2</sup> pada ketinggian 5 mm dan *firewall* 3 inci sebesar 439899,43 mm<sup>2</sup> pada

ketinggian 0 mm. Untuk Temperatur rata rata tertinggi yang didapatkan oleh kompor 2,5 inci adalah 542 °C pada ketinggian 5mm dan kompor *firewall* 3 inci 516 °C pada ketinggian 0 mm.

## METODE

### Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

### Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Termokontrol CHY 806A
- Termokopel Tipe K
- Kompor Spiritus
- Kamera Nikon D3400

### Variabel Penelitian

- Variabel Bebas

Variabel bebas atau disebut dengan *independent variable* dalam penelitian ini adalah Premium dengan Bioetanol. Bahan bakar yang digunakan adalah Premium murni, E0 (100% premium) E5 (5% Bioetanol), E10 (10% Bioetanol), E15 (15% Bioetanol), E20 (20% Bioetanol), E25 (25% Bioetanol), E100 (100% Bioetanol).

- Variabel Terikat

Variabel Variable terikat dalam penelitian ini adalah tinggi nyala api, lama pembakaran, nilai

kalor, warna api, temperatur nyala api dan campuran terbaik.

- Variabel Kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah:

- Bioetanol umbi walur dengan kadar 95 %
- Bahan bakar yang digunakan sebagai campuran adalah premium
- Jumlah variasi perbandingan campuran bioetanol dengan premium sebanyak 7 variasi dengan perbandingan (E0, E5, E10, E15, E20, E25, E100) dibakar dalam kompor spiritus dinding api ganda.
- Pada penelitian ini unjuk kerja yang di ambil adalah tinggi nyala api, lama pembakaran, nilai kalor, temperatur nyala api, warna api dan campuran terbaik.

### Prosedur Penelitian

Pengujian nyala api meliputi temperatur, tinggi dan lama pembakaran akan dilakukan dengan prosedur berikut ini :

- Persiapan

Prosedur yang harus dilakukan pada tahanan persiapan sebagai berikut :

- Mempersiapkan kompor etanol pada ruangan gelap
- Mempersiapkan premium murni dan premium dengan campuran bioetanol Umbi Walur (E0, E5, E10, E15, E20, E-25, E100)
- Menuangkan biopremium pada kompor etanol
- Menghidupkan *termocouple*
- Menghidupkan *stopwatch*
- Menghidupkan kamera
- Memposisikan *termocouple* di atas kompor etanol
- Memposisikan penggaris di samping kompor etanol
- Memposisikan kamera untuk pengambilan gambar

- Pengujian Nyala Api

Prosedur yang harus dilakukan pada tahap pengujian ini adalah sebagai berikut:

- Membakar biopremium pada kompor etanol
- Pada penelitian ini unjuk kerja yang di ambil adalah tinggi nyala api, lama pembakaran, nilai kalor, temperatur

nyala api, warna api dan campuran terbaik.

- Pengamatan dilakukan ketika biopremium mulai terbakar sampai habis terbakar.
- Melakukan penyimpanan data yang meliputi lama pembakaran, tinggi nyala api, dan temperatur api
- Pengujian tersebut dilakukan sebanyak 3 kali

### Teknik Analisa Data

Data dari hasil pengujian di analisis dengan metode eksperimen diskriptif kualitatif dan kuantitatif dengan mengumpulkan data atau informasi dari setiap hasil perubahan yang terjadi melalui eksperimen secara langsung.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

- Hasil Pengujian Karakteristik Bahan Bakar Premium Dan Bioetanol Umbi Walur

Tabel 1. Perbandingan Karakteristik Biopremium dan Premium Murni Berdasarkan Hasil Pengujian

Parameter Uji	Satuan	Hasil Pengujian						Metode pengujian
		E0	E5	E10	E15	E20	E25	
Densitas	g/ml	0,715	0,731 9	0,733 9	0,735 5	0,736 8	0,738 5	ASTM D1298
Viskositas	Cst	0,357 5	0,397 4	0,398 5	0,399 8	0,401 3	0,402 4	ASTM D445
Kandungan Air	%	-	0,061 7	0,160 3	0,172 7	0,188 7	0,188 6	ASTM D6304
Nilai Kalor	Cal/g	1187 4	10315	1007 7	9858	9629	9399	Bomb Calori

- Hasil Pengujian Temperatur Nyala Api Dari Bioetanol Buah Tomat dan Campurannya

Tabel 2. Hasil Pengujian Temperatur

Jenis Bahan Bakar	Pengujian I (°C)	Pengujian II (°C)	Pengujian III (°C)	Rata-Rata Temperatur (°C)
E0	13807	15583	13888	497,5
E5	10331	11468	11173	499,6
E10	9635,2	9610,3	9965,5	512,5
E15	12449	12021	11860,	526,6
E20	12313	11740	11729	518,6
E25	11390	12395	11546	512,1
E100	11858	11320	11645	527,6



- Hasil Pengujian Tinggi Nyala Api Dari Bioetanol Buah Tomat Dan Campurannya

Tabel 3. Hasil Pengujian Tinggi

Jenis Bahan Bakar	Pengujian I (cm)	Pengujian II (cm)	Pengujian III (cm)	Rata Rata Tinggi (cm)
E0	24,3	26,4	25,8	25,5
E5	25,7	24,7	25,1	25,2
E10	23,8	22,9	21,0	22,6
E15	20,6	23,2	22,4	22,1
E20	22,7	20,7	21,6	21,7
E25	16,6	16,1	16,4	16,4
E100	14,3	16,0	15,6	15,3

- Hasil Pengujian Lama pembakaran Nyala Api Dari Bioetanol Buah Tomat Dan Campurannya

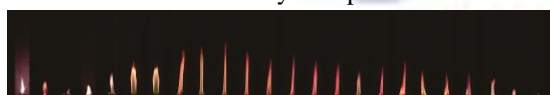
Tabel 4. Hasil Pengujian Lama Pembakaran

Jenis Bahan Bakar	Pengujian I (Jam Menit Detik)	Pengujian II (Jam Menit Detik)	Pengujian III (Jam Menit Detik)	Rata Rata Lama Pembakaran (Jam Menit Detik)
E0	0:06:04	0:08:20	0:06:54	0:07:06
E5	0:05:01	0:05:37	0:05:43	0:05:27
E10	0:04:10	0:04:48	0:04:46	0:04:38
E15	0:05:10	0:05:41	0:05:42	0:05:31
E20	0:05:37	0:05:02	0:05:12	0:05:17
E25	0:05:02	0:05:52	0:06:02	0:05:32
E100	0:05:08	0:05:25	0:05:21	0:05:18

- Hasil Pengujian Nyala Api Dari Bioetanol Umbi Walur Dan Campurannya



Gambar 2. Nyala Api Dari E0



Gambar 3. Nyala Api Dari E5



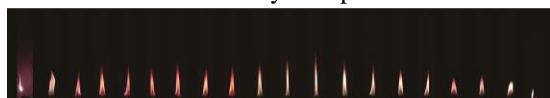
Gambar 4. Nyala Api Dari E10



Gambar 5. Nyala Api Dari E15



Gambar 6. Nyala Api Dari E20



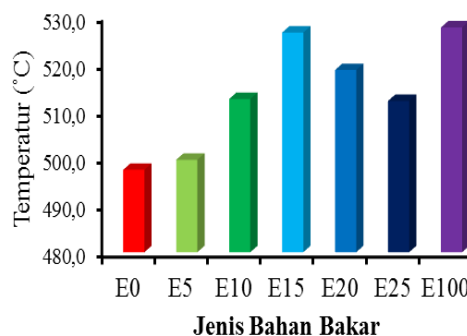
Gambar 7. Nyala Api Dari E25



Gambar 8. Nyala Api Dari E100

### Pembahasan

- Hasil Pengujian Temperatur Nyala Api Dari Bioetanol Umbi Walur

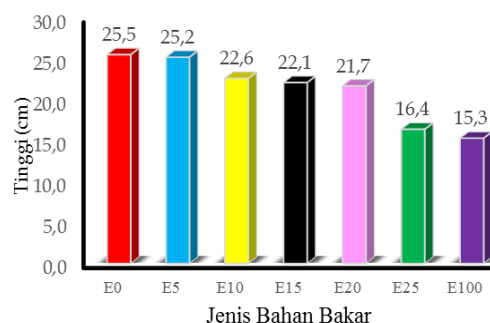


Gambar 9. Grafik Temperatur Nyala Api Dari Campuran Premium dan Bioetanol Umbi Walur

Berdasarkan gambar grafik di atas mengalami penurunan temperatur hingga 457,5°C pada campuran E25 hal ini dikarenakan perbedaan karakteristik bahan bakar itu sendiri sehingga membuat temperatur api menurun.

Dari hasil penelitian dapat dianalisa bahwa penggunaan bahan bakar bioetanol umbi walur dan campurannya mengalami penurunan seiring dengan bertambah banyaknya campuran bioetanol umbi walur dikarenakan kadar karbon bioetanol lebih rendah dari premium.

- Hasil Pengujian Tinggi Nyala Api Dari Bioetanol Umbi Walur Dan Campurannya.

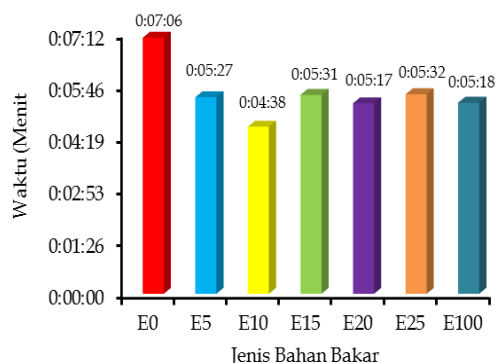


Gambar 10. Grafik Tinggi Nyala Api Dari Bioetanol Umbi Walur

Berdasarkan gambar grafik di atas tinggi nyala api tertinggi hingga 25,5 cm pada campuran E0 hal ini dikarenakan perbedaan karakteristik bahan bakar itu sendiri. Seiring dengan penambahan campuran bioetanol umbi walur tinggi nyala api cenderung mengalami penurunan, E5 mengalami penurunan tinggi 25,2cm, E10 mengalami penurunan tinggi 22,6cm, E15 mengalami penurunan tinggi 22,1cm, E20 mengalami penurunan tinggi 21,7cm, dan E25 mengalami penurunan tinggi 16,4cm.

Dari hasil penelitian dapat dianalisa bahwa penggunaan bioetanol umbi walur dan campurannya dapat menurunkan tinggi nyala api dikarenakan nilai oktan bioetanol lebih tinggi dari premium dan dengan nilai oktan yang tinggi membuat bahan bakar mudah terbakar.

- Hasil Pengujian Lama pembakaran Yang Dicapai Dari Bioetanol Umbi Walur Dan Campurannya.



Gambar 11. Grafik Lama Pembakaran Dari Bioetanol Umbi Walur

Berdasarkan gambar grafik di atas jika dilihat semakin banyak campuran bioetanol maka pembakaran yang dihasilkan juga semakin cepat, kecepatan pembakaran terbaik diperoleh pada campuran E25 dengan waktu 02,59 menit.

Dari hasil penelitian dapat dianalisa bahwa penggunaan bioetanol umbi walur dan campurannya dapat mempercepat pembakaran hingga 02,59 menit karena oksidasi yang terjadi lebih cepat saat menggunakan bioetanol umbi walur dan campurannya.

- Hasil Rata Rata Keseluruhan dari Temperatur, Tinggi Api, Lama Pembakaran Nyala Api dan Nilai Kalor Bioetanol Umbi walur dan Campurannya

Tabel 5. Hasil Unjuk Kerja Api Dari Bioetanol Umbi Walur

Jenis Bahan Bakar	Temperatur °C	Tinggi Api (cm)	Lama Pembakaran (menit)	Nilai Kalor (Cal/gr)	Warna Api
E0	497,5	25,5	0:07:06	11874	Dominan kuning
E5	499,6	25,2	0:05:27	10315	Dominan Kuning
E10	512,5	22,6	0:04:38	10077	Dominan Merah
*E15	526,6	22,1	0:05:31	9858	Dominan Biru
E20	518,6	21,7	0:05:17	9629	Dominan Merah
E25	512,1	16,4	0:05:32	9399	Dominan Merah
E100	527,6	15,3	0:05:18	9171	Dominan Biru

## PENUTUP

### Kesimpulan

Dari berbagai pengujian, perhitungan dan analisis data yang telah dilakukan tentang Unjuk Kerja Api Dari Bioetanol Umbi Walur sebagai Campuran Premium terhadap Karakteristik Nyala Api dari Bioetanol Buah Tomat, maka dapat di simpulkan bahwa:

- Hasil pengujian tinggi api yang dihasilkan dari bioetanol umbi walur dan campurannya. Tinggi api E0 25,5 cm, tinggi api E5 25,2 cm, tinggi api E10 22,6, tinggi api E15 22,1 cm, tinggi api E20 21,7 cm, tinggi api E25 16,4 cm dan tinggi api E100 15,3 cm.
- Hasil pengujian lama pembakaran yang dihasilkan dari bioetanol umbi walur dan campurannya. lama pembakaran E0 05,05 menit, lama pembakaran E5 04,44 menit, lama pembakaran E10 04,42 menit, lama pembakaran E15 03,45 menit, lama pembakaran E20 03,08 menit, lama pembakaran E25 02,59 menit, lama pembakaran E100 02,56 menit,
- Hasil pengujian nilai kalor bioetanol umbi walur dan campurannya. Nilai kalor E0 11874 cal/gr, nilai kalor E5 10314 cal/gr, nilai kalor E10 10076 cal/gr, nilai kalor E15 9855 cal/gr, nilai kalor E20 9628 cal/gr, nilai kalor E25 9399 cal/gr, nilai kalor E100 9171 cal/gr
- Hasil pengujian temperaur yang dihasilkan dari bioetanol umbi walur dan campurannya. Temperatur E0 497,5 °C, temperatur E5 499,6 °C, temperatur E10 512,5 °C, temperatur E15 526,6 °C, temperatur E20 518,6 °C, temperatur E25 512,1 °C, temperatur E100 527 °C

- Hasil pengujian warna api yang dihasilkan dari bioetanol umbi walur dan campurannya. Pada E0 mendapatkan warna kuning, pada E5 mendapatkan warnakuning dan merah, pada E10 mendapatkan warna merah, pada E15 mendapatkan warna merah, pada E20 mendapatkan warna merah dan biru, pada E25 mendapatkan warna, pada E25 mendapatkan warna biru.
- Dari hasil pengujian campuran terbaik didapatkan pada bioetanol E15, dikarenakan dari hasil eksperimen didapatkan tinggi api 22,1 cm, lama pembakaran 0:05:31 menit, nilai kalor 9858 Cal/gr, temperatur api 526,6 °C dan warna apinya biru.

#### Saran

Pada pengujian dan analisis data yang telah dilakukan maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

- Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan pelindung di sekitar nyala api, agar saat melakukan eksperimen tidak terjadi turbulensi pada api.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afif, Machrus. 2014. *Pembuatan Bioetanol Dari Senthe Hijau (Alocasia Macrorrhiza) Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Skripsi Program S1 Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.
- Darmoko. 2016. *Pemanfaatan Umbi Walur (Armophallus Variabilis) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol*. Skripsi Program S1 Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.
- Soetadi+Kawano. 2012. *Studi Eksperimen Distribusi Temperatur Nyala Api Kompor Bioetanol Tipe Side Burner dengan Variasi Diameter Firewall*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi 10 November.
- Putra. 2015. *Studi Eksperimental Perbandingan Unjuk Kerja Kompor Bioetanol Gel Dengan Membuat Variasi Tempat Pembakaran (Burner) dan Diameter Lubang Udara*. Departemen Teknik Mesin Ekstensi, Fakultas Teknik, Universitas Sumatra Utara.
- Pertamina. 1997. *Bahan Bakar Minyak Untuk Kendaraan, Rumah Tangga, Industri dan Perkapalan*. Jakarta: Direktorat Pembekalan dan Pemasaran dalam Negeri.
- Prihandana, Rama, dkk. (2007). *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta: PT AgromediaPustaka.
- Sugiyono. 2010. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta
- Sutjahjo, Dwi Heru. 2007. *Diktat Kuliah Bahan Bakar dan Teknik Pembakaran*. Surabaya.
- TIM. 2014. *Panduan Penulisan Skripsi Program S1*. Surabaya: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Surabaya. Skripsi Program S1 Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.